

Original document

# NITRIDE-BASED SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE

Publication number: JP2002305327

Publication date: 2002-10-18

Inventor: KOIDE NORIKATSU

Applicant: SHARP KK

Classification:

- international: **H01L33/00; H01L33/00**; (IPC1-7): H01L33/00

- european:

Application number: JP20010109507 20010409

Priority number(s): JP20010109507 20010409

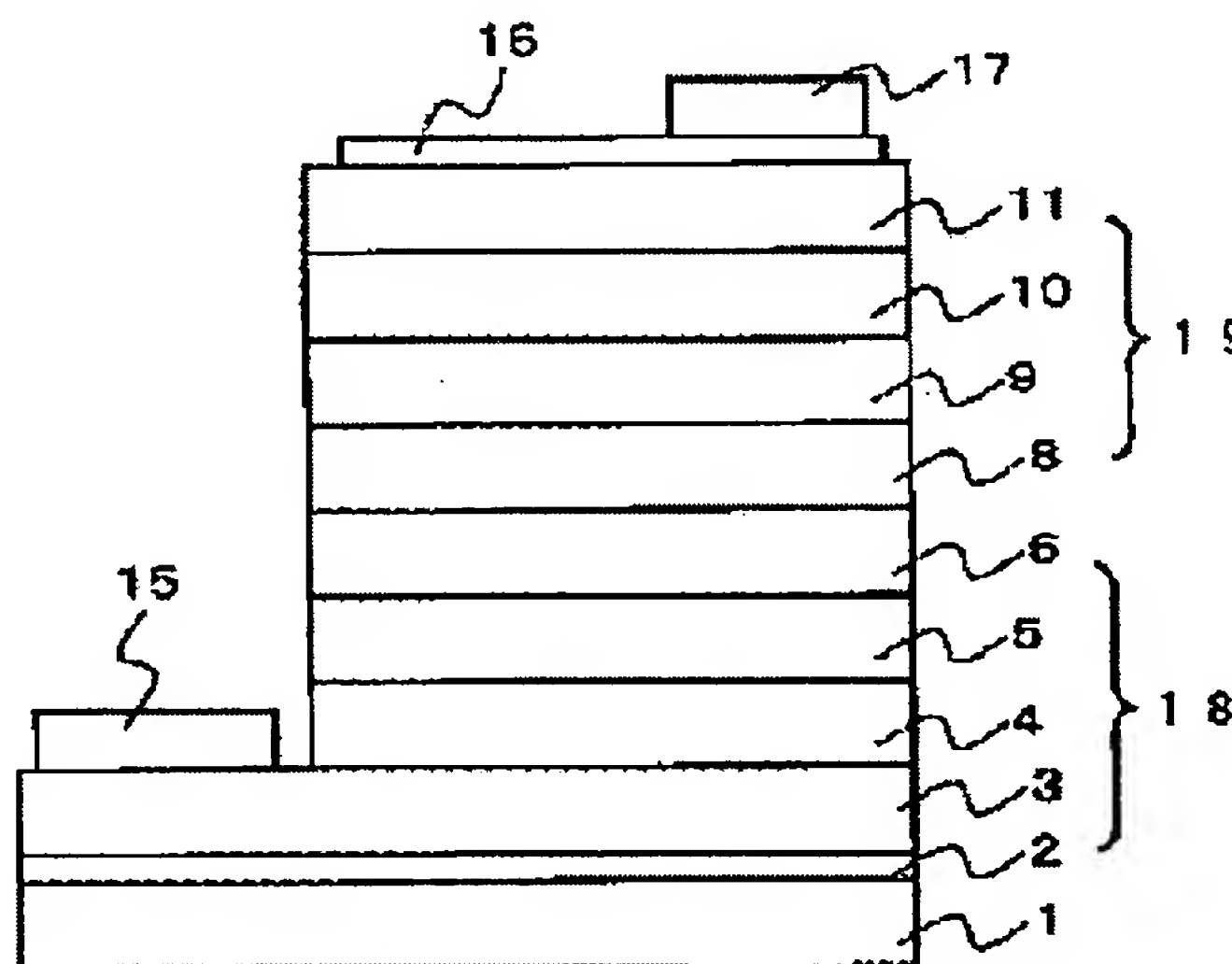
[View INPADOC patent family](#)

[Report a data error here](#)

## Abstract of JP2002305327

PROBLEM TO BE SOLVED: To solve the problem of not having a nitride-based semiconductor light emitting device that emits light in a variety of colors.

SOLUTION: The nitride-based semiconductor light emitting device has a first semiconductor light emitting device for emitting light having wavelength  $\lambda_1$ , and a second semiconductor light emitting device for emitting light having wavelength  $\lambda_2$  by light excitation. Current for allowing the first semiconductor light emitting device to shine is supplied through the second semiconductor light emitting device, and the conductivity of the second semiconductor light emitting device is  $0.1 \Omega \text{ cm}$  or lower.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P) (12) 公 開 特 許 公 報 (A) (11)特許出願公開番号  
特開2002-305327  
(P2002-305327A)  
(43)公開日 平成14年10月18日(2002.10.18)

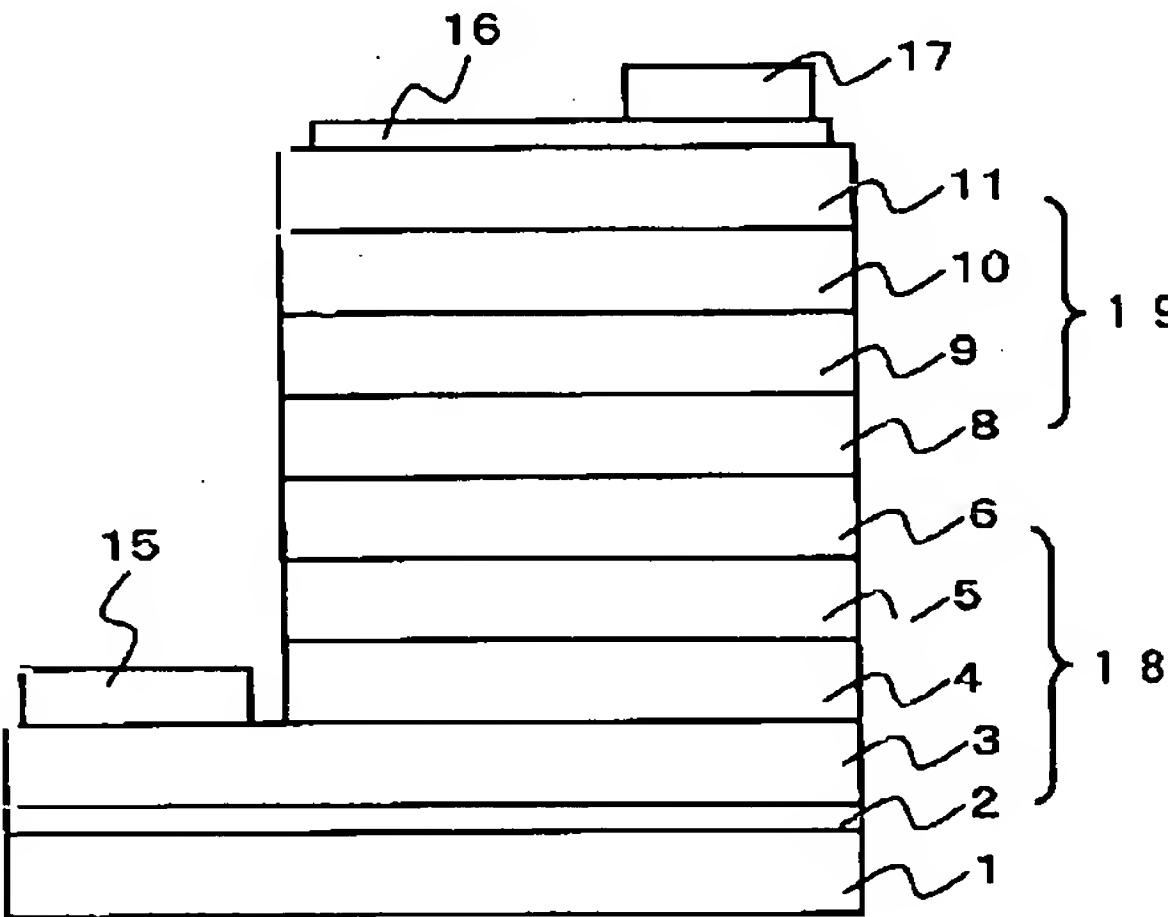
(51)Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号 F I テーグ(参考)  
H 0 1 L 33/00 H 0 1 L 33/00 F 5 F 0 4 1  
B  
C

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号	特願2001-109507(P2001-109507)	(71)出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22)出願日	平成13年 4 月 9 日(2001. 4. 9)	(72)発明者	小出 典克 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ ャープ株式会社内
		(74)代理人	100102277 弁理士 佐々木 晴康 (外 2 名)
		Fターム(参考)	5F041 AA12 CA05 CA34 CA37 CA40 CA46 CA65 CA73 CA77 CA88 CB28

(54)【発明の名称】 窒化物系半導体発光素子

(57)【要約】  
【課題】 窒化物系半導体発光素子において、一つの素子で多色に発光する素子はなかった。  
【解決手段】 波長λ1の光を発する第一の半導体発光素子と、光励起によって波長λ2の光を発する第二の半導体発光素子を備え、第一の半導体発光素子を光らせるための電流は第二の半導体発光素子を通して供給され、第二の半導体発光素子の導電率は0.1Ωcm以下である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 波長 $\lambda_1$ の光を出す第一の半導体発光素子と、波長 $\lambda_2$ の光を出す第二の半導体発光素子と第一の電極と第二の電極を備え、第一の電極は、第一の半導体発光素子表面に形成され、第二の電極は、第一の半導体発光素子と反対側の第二の半導体発光素子表面に形成され、第一の半導体発光素子は、pn接合を有し、波長 $\lambda_2$ の光は、波長 $\lambda_1$ の光による光励起によって発光し、波長 $\lambda_1$ と波長 $\lambda_2$ の両方の光が素子外部に出ることを特徴とする窒化物系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 前記第二の半導体発光素子は、導電率が $0.1\Omega\text{cm}$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載の窒化物系半導体発光素子。

【請求項3】 前記第一の半導体発光素子と、第二の半導体発光素子の間に第一の半導体発光素子からの光を透過する電極層が形成されていることを特徴とする請求項1または2に記載のいずれかに記載の窒化物半導体発光素子。

【請求項4】 前記第一の電極は、メッキによって形成されていることを特徴とする請求項1から3のいずれかに記載に窒化物系半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化物半導体発光素子、特に多色に発光する窒化物半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】GaN、InN、AlNおよびそれらの混晶半導体を用いた窒化物半導体材料を用いて、これまで、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 結晶を発光層として用いた発光素子のが作製されている。 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ 発光層の組成を変化させることで紫外から赤色までのLEDが作製されている。しかし、これまでの半導体発光素子は、ひとつの半導体発光素子で光の三原色を基本とした多色に発光する発光素子はなかった。

【0003】つまり、多色の発光を有する半導体素子を作製する場合には、異なるバンドギャップをもつ発光素子を並べ、それぞれの素子に電流を流し、光らせることで多色の発光素子を作製した。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、複数の発光素子を並列に並べた場合、混合色を出そうとすると、個々のチップが大きいと、それぞれの光が見えてしまう。また、拡散剤を用いると、暗くなってしまうので、混色性が悪かった。本発明は、単体からなる発光素子の混色性をあげた半導体発光素子を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものである。

【0006】その構成は次の通りであり、窒化物半導体発光素子及び前記窒化物半導体発光素子上に係わり、前記窒化物半導体発光素子における発光層に比してバンドギャップの小さくなおかつ導電性を有する第二の半導体発光膜を形成する。そしてこの半導体素子に電流を流すことで窒化物半導体発光素子からでた光が第二の半導体膜を励起することで、第二の半導体膜から生成された光が発せられ、多色の光を発する発光素子の作製が可能となった。

【0007】そして、本発明者の数々の検討より、第二の発光部を有する半導体発光素子の導電率が高いか、もしくは、この発光素子部の膜厚が薄い場合、第二の発光素子部の上層に形成した電極より注入された電流が、第二の発光部内で電極面下部に到達するまでに十分広がらないため、第一の発光部にも横方向に十分な電流を広がることはなく、局所的な電流の集中が見られた。

【0008】そこで、第二の発光部を、導電率 $0.1\Omega\text{cm}$ 以下でかつ、膜厚が $1\mu\text{m}$ 以上にすることで電流の広がりを十分にした混色性の高い多色発光半導体発光素子を作製することが可能となった。

【0009】より具体的には次のような構成である。

【0010】本発明の窒化物系化合物半導体発光素子は、波長 $\lambda_1$ の光を出す第一の半導体発光素子と、波長 $\lambda_2$ の光を出す第二の半導体発光素子と第一の電極と第二の電極を備え、第一の電極は、第一の半導体発光素子表面に形成され、第二の電極は、第一の半導体発光素子と反対側の第二の半導体発光素子表面に形成され、第一の半導体発光素子は、pn接合を有し、波長 $\lambda_2$ の光は、波長 $\lambda_1$ の光による光励起によって発光し、波長 $\lambda_1$ と波長 $\lambda_2$ の両方の光が素子外部に出ることを特徴とする。

【0011】さらに、本発明の窒化物系化合物半導体発光素子は、前記第二の半導体発光素子は、導電率が $0.1\Omega\text{cm}$ 以下であることを特徴とする。

【0012】さらに、本発明の窒化物系化合物半導体発光素子は、前記第一の半導体発光素子と、第二の半導体発光素子の間に第一の半導体発光素子からの光を透過する電極層が形成されていることを特徴とする。

【0013】さらに、本発明の窒化物系化合物半導体発光素子は、前記第一の電極は、メッキによって形成されていることを特徴とする

【0014】

【発明の実施の形態】本発明について、以下に実施例を示しつつ説明する。

(実施例1) 図1は、本発明の窒化物半導体発光素子の構造を示す概略断面図である。本実施例の窒化物半導体発光素子は、発光波長 $\lambda_1$ (480nm)の第一の半導体発光素子18と発光波長 $\lambda_2$ (620nm)の第二の半導体発光素子19を持つ。第一の半導体発光素子18は、pn接合を有し電流注入によって発光し、第二の半

導体発光素子19は、第一の半導体発光素子18からの発光によって光励起され発光する。

【0015】次に、本実施例の素子を詳細に述べる。サファイア基板1上にAlN低温バッファ層2の堆積を行い、更に、その上に、順次積層されたSiドーパn-GaNからなる第一のクラッド層3、発光波長 $\lambda_1$ で発光する $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ からなる第一の発光層4、p-AlGaNからなるキャリアブロック層5、p-GaNからなる第二のクラッド層6が形成されている。ここまでする第一の半導体発光素子18とする。さらに、第一の半導体発光素子18からの発光を吸収し発光波長 $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ )で発光する第二の半導体発光素子19として、p型AlInPからなる第三のクラッド層8、p型GaInPからなる第二の発光層9、p型AlInPからなる第四のクラッド層10、p型GaPからなるコンタクト層11が順に積層された構造を有する。さらに、リアクティブ・イオン・エッチング(RIE)の手法を用いて部分的に露出させたn-GaNからなる第一のクラッド層3上には電極15が、コンタクト層11の上面には透明電極16が設けられ、透明電極16の上面の一部には、ボンディング電極17が設けられている。

【0016】発光波長 $\lambda_1$ で発光する第一の発光層4は $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ の組成xを変えることにより、バンド間発光の波長を紫外から赤色まで発光させることができるが、本実施例では、青色で発光するものとした。

【0017】次に、本実施例の発光素子の製造方法について説明する。

【0018】まず、(0001)面を有するサファイア基板1を洗浄し、MOCVD(有機金属化学気相成長)法を用いて、各層を成長する。洗浄したサファイア基板をMOCVD装置内に導入し、水素( $\text{H}_2$ )雰囲気の中で、約1100℃の高温でクリーニングを行う。その後、降温して、キャリアガスとして $\text{H}_2$ を10l/min. 流しながら、400℃で $\text{NH}_3$ とトリメチルアルミニウム(TMA)をそれぞれ5l/min.、15 $\mu\text{mol}/\text{min.}$  導入してAlN低温バッファ層2を25nmの厚さで成長する。低温バッファ層としてはAlN膜に限らず、TMA、トリメチルガリウム(TMg)、 $\text{NH}_3$ を使用して、GaN膜やGaAlN膜を用いてもなんら影響はない。その後 $\text{H}_2$ と $\text{NH}_3$ をそれぞれ8l/min.、7l/min. 流しながら約1050℃まで昇温する。温度が上がれば、TMgを145 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、 $\text{SiH}_4$ を10nmol/min. 導入し、n-GaNからなる第1のクラッド層3を約3 $\mu\text{m}$ 成長する。

【0019】それから、600℃まで降温し、インジウム原料であるトリメチルインジウム(TMI)を6.5 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、TMgを2.8 $\mu\text{mol}/\text{min.}$  導入し、 $\text{In}_{0.18}\text{Ga}_{0.82}\text{N}$ よりなる3nm厚の井戸層を成長する。その後再び、850℃まで昇温し、T

Mgを14 $\mu\text{mol}/\text{min.}$  導入しGaNよりなる7nm厚の障壁層を成長する。同様に井戸層4層、障壁層4層の成長を繰り返し、多重量子井戸(MQW)からなる第一の発光層4を成長する。

【0020】上記第一の発光層4の成長が終了するとTMGの供給を停止して、再び1000℃まで昇温し、キャリアガスを再び $\text{N}_2$ から $\text{H}_2$ に代えて、TMGを27 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、TMAを15 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、p型ドーピング原料ガスであるビスシクロペンタジエニルマグネシウム( $\text{Cp}_2\text{Mg}$ )を10nmol/min. 流し、25nm厚のp型 $\text{Al}_{0.13}\text{Ga}_{0.87}\text{N}$ からなるキャリアブロック層5を成長する。キャリアブロック層の成長が終了すると、TMAの供給を停止し、厚さ80nmのp型GaNからなる第二のクラッド層6の成長を行い第一の半導体発光素子18の成長を終了する。

【0021】成長が終了すると、TMG及び $\text{Cp}_2\text{Mg}$ の供給を停止した後、720℃に降温し、次の通り、第一の半導体発光素子からの発光を吸収し発光波長 $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ )に波長変換して発光する第二の半導体発光素子19の形成を行う。

【0022】 $\text{H}_2$ 雰囲気中においてTMAを26 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、TMIを29.5 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、p型のドーピング材料にZnを0.7 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、 $\text{PH}_3$ (フォスフィン)を406cc流し、ホール濃度 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ の $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 混晶層からなる第三のクラッド層8を300nm形成した後、同じ温度の720℃において、TMGを31 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、TMIを29 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、p型のドーピング材料にZnを0.4 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、 $\text{PH}_3$ (フォスフィン)を406cc流し、ホール濃度 $1 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ の $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 混晶層からなる第二の活性層9を50nm形成した後、再びホール濃度 $5 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ の $\text{Al}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{P}$ 混晶層である第四のクラッド層10を300nm形成する、さらにその上に、TMGを400 $\mu\text{mol}/\text{min.}$ 、p型のドーピング材料にZnを1.0 $\mu\text{mol}/\text{min.}$  流し、ホール濃度 $1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$ のGaPからなるコンタクト層11を1 $\mu\text{m}$ 形成した後、室温まで冷却する。また、第二の半導体発光素子19のp型のドーピング材料としてZnを用いたが、Mgを用いた場合においても同様の結果が得られた。

【0023】室温でMOCVD装置より取り出す。その後、p型GaPの上面に透明電極16を、さらに透明電極16の上の一部にボンディング電極17を、RIEによって部分的に半導体膜を除去して露出させた第一のクラッド層3上に電極15を形成する。さらに、スクライビングの技術を用いることで、200~400 $\mu\text{m}$ 角にカッティングを行う。これらのプロセスをへた後、本実施例の半導体発光素子が完成する。

【0024】そして作製した半導体発光素子に電流20mAを流した場合、第一の窒化物半導体発光素子で生成



された発光波長 $\lambda_1$ の光が第二の半導体発光素子で吸収され、発光波長 $\lambda_2$  ( $\lambda_1 < \lambda_2$ ) で発光することで、多色で発光する半導体発光素子を得ることができる。

【0025】本実施例の素子では、第一の半導体発光素子18で発光した $\lambda_1$ の光は、第二の半導体発光素子19を構成する第二の活性層9を通ることによって、波長 $\lambda_2$ に波長変換される。この時、半導体層を第三のクラッド層8、第二の活性層9、第四のクラッド層10と三層とすることによって、 $\lambda_1$ から出た光を吸収して生成された電子正孔がこのクラッド層に効率よく閉じ込められるため、クラッド層の厚さを適宜調整することで、 $\lambda_1$ と $\lambda_2$ の光の強度の割合を制御し、色度波長を変えることができ、発光効率の高い波長変換を行うことができた。さらにはクラッド層がない場合でも多色の発光を確認することができた。

【0026】また、多色で発光するために、第一の半導体発光素子18からコンタクト層11までの層厚を薄くすることによって、第一の半導体発光素子18からの波長 $\lambda_1$ の光がすべて吸収されてしまわず、素子全体として、 $\lambda_1$ の光と $\lambda_2$ の光の両方を得ることができ、混色性の良好な多色発光の素子を得ることができる。

【0027】このチップLEDはチップ単体が多色発光を生成するため、 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ それぞれ異なった発光波長で発光する複数の半導体発光素子を横に並べて同時に光らせたり、蛍光材などを埋め込むなどの技術を用いることの必要がなく、ランプ設計が容易になるものである。

【0028】また、本願の第一の半導体発光素子18を光らせるための電流が第二の半導体発光素子19のすべての層を通して、第一の発光層4へと供給される。そこで第二の半導体発光素子19を、導電率 $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下にすることで電流の広がりを十分にした混色性の高い多色発光半導体発光素子を作製することが可能となった。これは、第二の半導体発光素子19へのドーピング濃度を下げ、抵抗率を上げ、 $1 \Omega \cdot \text{cm}$ 以上にした場合、半導体発光素子の駆動電圧が上がるとともに、上記と同様に横方向に十分に電流が広がらないため、局所的な発光が見られ、寿命も悪かった。

【0029】また、第二の活性層9は第一の発光部の電流注入領域に対応して形成されることになるので、第一の活性層4からの発光 $\lambda_1$ を、 $\lambda_2$ に変換する際、ムラなく波長変換が生じる。よって、LEDチップにおいて発光波長 $\lambda_1$ と $\lambda_2$ の光の混色性が極めて高く、見る角度によって色調が変化することが極めて少ない特性を得ることができる。

(実施例2) 本発明の第二の実施例を図2を用いて説明する。本実施例の素子は実施例1と同様の構造であるが、その製造法が異なる。サファイア基板1上に第一の半導体発光素子18として、AlN低温バッファ層2から第二のクラッド層6までを実施例1と同様に形成する。次に第二の半導体発光素子として、第一の半導体

発光素子18とは別個に、厚さ $600 \mu\text{m}$ のGaP基板201上に、MOCVD法により第三のクラッド層8、第二の活性層9、第四のクラッド層10、コンタクト層11を形成する。その後、第一の半導体発光素子18と第二の半導体発光素子19をエピタキシャル面側を向かい合わせに重ね合わせ、さらに $30 \text{ kg/cm}^2$ の圧力をかけ、 $\text{N}_2$ 雰囲気中で $800^\circ\text{C}$ の熱処理を一時間行った後、研磨によってGaP基板201を薄く $1 \mu\text{m}$ 程度まで除去する。その後、GaP基板201の上面に透明電極16を、さらに透明電極16の上の一部にボンディング電極17を形成する。このとき、GaP基板201はコンタクト層として機能する。また、RIEによって部分的に露出させたSiドープを行ったn型GaNからなる第一のクラッド層3上に電極15を形成し、本実施例の発光素子を作製する。

【0030】また、この実施例における第二の半導体発光素子としては、GaP基板上へのAlGaInP系の半導体層を成膜した半導体発光素子を用いたが、他にもGaP:Zn、O、GaP:Zn、GaP:N、GaAsP、AlGaAs系の発光素子半導体膜を用いることで多色発光素子を作製することが可能である。

(実施例3) 本発明の実施例3を図3に示す。薄膜中間電極層12以外は図2と同様である。上記の実施例2と異なる点は、本実施例3においては、第一の半導体発光素子18と第二の半導体発光素子19のエピタキシャル面同士を直接貼り合わせたが、図3に示すように、この二つの半導体発光素子の間に、 $100 \text{ nm}$ のITO等の透明電極もしくは厚さ $5 \text{ nm}$ 程度のNi、Pd等の薄膜中間電極層12を介することで、上記の性能を満足する半導体発光素子の作製を行った。この半導体発光素子の場合、順方向電流を流したときの駆動電圧が上記実施例に比べ $0.5 \text{ V}$ 程度低かった。これは、直接エピタキシャル面を張り合わせた場合に比べ、中間層として挿入した金属膜がより密着性をあげたためである。さらに、この場合の第二の半導体発光素子の伝導型は薄膜中間電極層12を介しているため、n型、p型いずれでも可能であることは当然である。

【0031】本実施例の変形例を図4に示す。101はSi基板、102はAlInNバッファ層、117は電極である以外は、図3と同様である。

【0032】この実施例の場合、Si基板が第一、及び第二半導体発光素子で発生した波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光を吸収してしまうため外部への光取り出し効率をさげてしまう。そこで、図4の通りにSi基板101の一部を除去することで、その取り出し効率を上げることを行った。

(実施例4) 上記1～3の実施例においては、絶縁性基板であるサファイア基板を用いた多色発光素子の実施例を示したが、n型のGaN基板を用い、その基板にn型の導電性を示す第二の半導体発光素子の形成を行った例を図5を用いて説明する。

【0033】まずMOCVDによりn型のGa<sub>0.9</sub>N基板103上に第一の半導体発光素子18の作製を行う。活性層4から第二のクラッド層6までは実施例1と同様である。次に、他のGaAs基板を用いて第二の半導体発光素子19をMOCVD法により形成する。第三のクラッド層8からコンタクト層11までも実施例1と同様である。その後、第一の半導体発光素子18のGa<sub>0.9</sub>N基板103の裏側に第二の半導体発光素子19のエピタキシャル面側を重ね合わせ、さらに上記の膜に30kg/cm<sup>2</sup>の圧力をかけ、N<sub>2</sub>雰囲気中で800℃の熱処理を一時間行った後、GaAs基板の除去を行う。さらに、第二のクラッド層6の上面、第三のクラッド層8の下面に、それぞれ透明電極16、116及びさらにはボンディング電極17、117を施すことで、図5に示す多色発光素子の作製を行った。

【0034】また、n型導電性を有するGa<sub>0.9</sub>N基板103とコンタクト層11の間には100nmのITO等の透明電極もしくは厚さ5nm程度のNi、Pd等の薄膜中間電極層を介することでその熱処理温度を下げることも可能となった。

【0035】この実施例においては、貼り合わせの技術を用いたが、第一の半導体発光素子をGa<sub>0.9</sub>N基板上に形成した後、Ga<sub>0.9</sub>N基板の裏面側に第二の半導体発光素子の第三のクラッド層8からコンタクト層11を逐次MOCVD法によって結晶成長を行うことで半導体素子を作成した後、さらに、それぞれ、np側の半導体膜に電極16、116及びボンディング電極17、117を施すことで、図4に示す多色発光素子の作成を行うことも、同様の半導体素子を作製することができた。

(実施例5) 実施例5においては、n型のSi基板(図示せず)を用い、このSi基板上に窒化物半導体膜からなる第一の半導体発光素子18の形成を行う。第一の半導体発光素子18は実施例1と同様、AlNからなるバッファ層(図示せず)、n型Ga<sub>0.9</sub>N層からなる第一のクラッド層3、多重量子井戸構造の第一の活性層4、Mgドープのp型AlGa<sub>0.9</sub>N層からなるキャリアブロック層5、Mgドープのp型Ga<sub>0.9</sub>N層からなる第二のクラッド層6の順に形成する。

【0036】次に、このp型Ga<sub>0.9</sub>Nの第二のクラッド層6上に、蒸着技術を用いて100nm程度のNiからなる第一の金属膜500を形成する。さらにその上にメッキ技術を用いて厚さ300μmのNiからなる第二の金属膜501を形成した。この第一の金属膜500なしに直接メッキによって第二の金属膜501を形成することも可能であるが、第一の金属膜500を間に形成するほうが、密着性が上がるため、より好ましい。第一の金属膜500はPdであっても同様の結果を得ることができた。

【0037】その後、フッ酸(HF)、硝酸(HNO<sub>3</sub>)、酢酸(CH<sub>3</sub>COOH)からなるエッチャントを

用い、Si基板の除去を行う。さらに、残った窒化物半導体膜側上層のバッファ層、あるいはバッファ層に続いてn型Ga<sub>0.9</sub>N層の一部までを、RIEを行うことで除去する。これは、Si基板上にエピタキシャル成長した初期の膜が高抵抗であるためである。

【0038】その後、別のn型GaP基板上に作製した第二の半導体発光素子19を形成する。第二の半導体発光素子は、n型GaP基板301上に、n型AlInPからなる第三のクラッド層8、n型GaInPからなる第二の発光層9、n型AlInPからなる第四のクラッド層10、n型GaPからなるコンタクト層11からなる。

【0039】次に第一の半導体発光素子18のn型Ga<sub>0.9</sub>Nの第一のクラッド層3上に薄いAl電極502を5nm形成した後、第一の半導体発光素子上のAl電極502と第二の半導体発光素子19のエピタキシャル面側を向かい合わせに重ね合わせ、さらに30kg/cm<sup>2</sup>に圧力をかけ、N<sub>2</sub>雰囲気中で800℃の熱処理を一時間行った後、研磨によってGaP基板301を薄く1μm程度まで除去する。その後、GaP基板301の上面に透明電極16を、さらにその上の一部にボンディング電極17を、形成することで本実施例の半導体発光素子を形成する。

【0040】また、本実施例ではAl電極502を、半導体素子間の接着材料として用いたが、100nmのITO等の透明電極を用いても同様の半導体発光素子を作製することは可能であった。

【0041】また、本実施例において、第二の半導体発光素子19は、n型の半導体層を用いたが、実施例2と同様にp型半導体層を用いても同様の結果を得られた。

【0042】

【発明の効果】本発明によれば、窒化物半導体発光素子上に、発光波長λ<sub>1</sub>で発光する第一の窒化物半導体発光素子と第一の発光部からの発光を吸収し発光波長λ<sub>2</sub>(λ<sub>1</sub><λ<sub>2</sub>)で発光する第二の発光部を有する半導体発光素子を形成することで、多色で発光する半導体発光素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の、実施例1の半導体発光素子を示す断面図である。

【図2】本発明の、実施例3の半導体発光素子を示す断面図である。

【図3】本発明の、実施例3の半導体発光素子の変形例を示す断面図である。

【図4】本発明の、実施例3の半導体発光素子の変形例を示す断面図である。

【図5】本発明の、実施例4の半導体発光素子の変形例を示す断面図である。

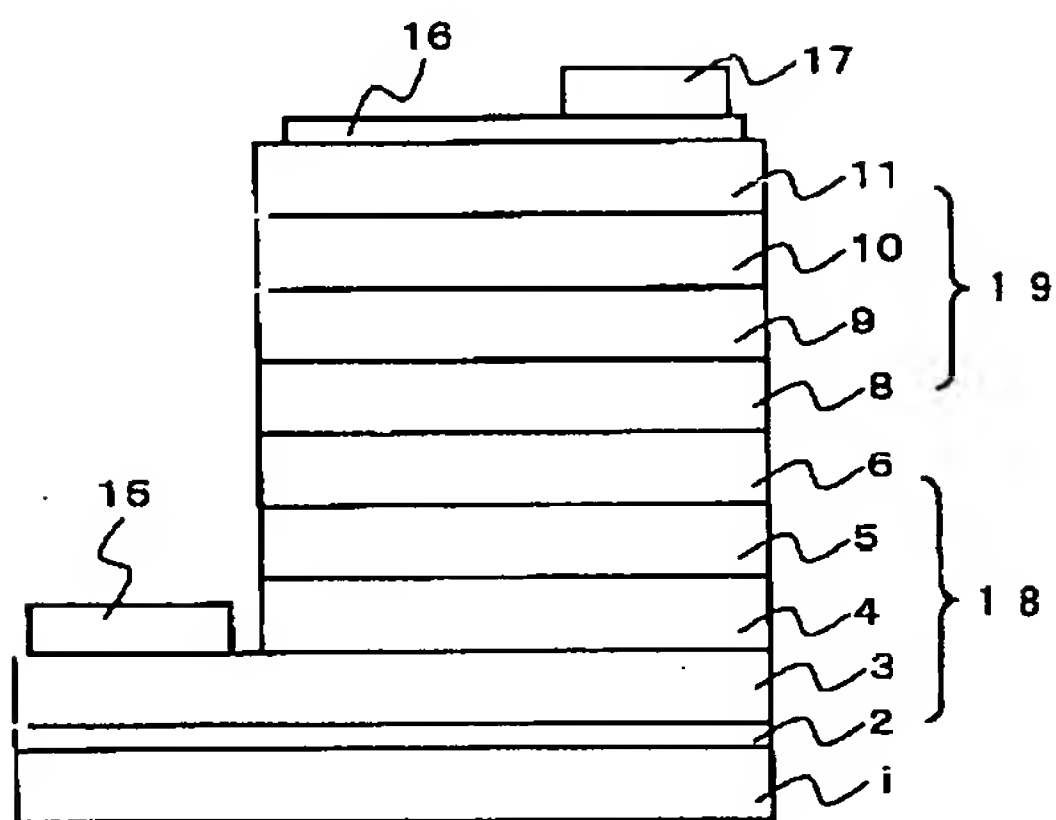
【図6】本発明の、実施例5の半導体発光素子の変形例を示す断面図である。

【符号の説明】

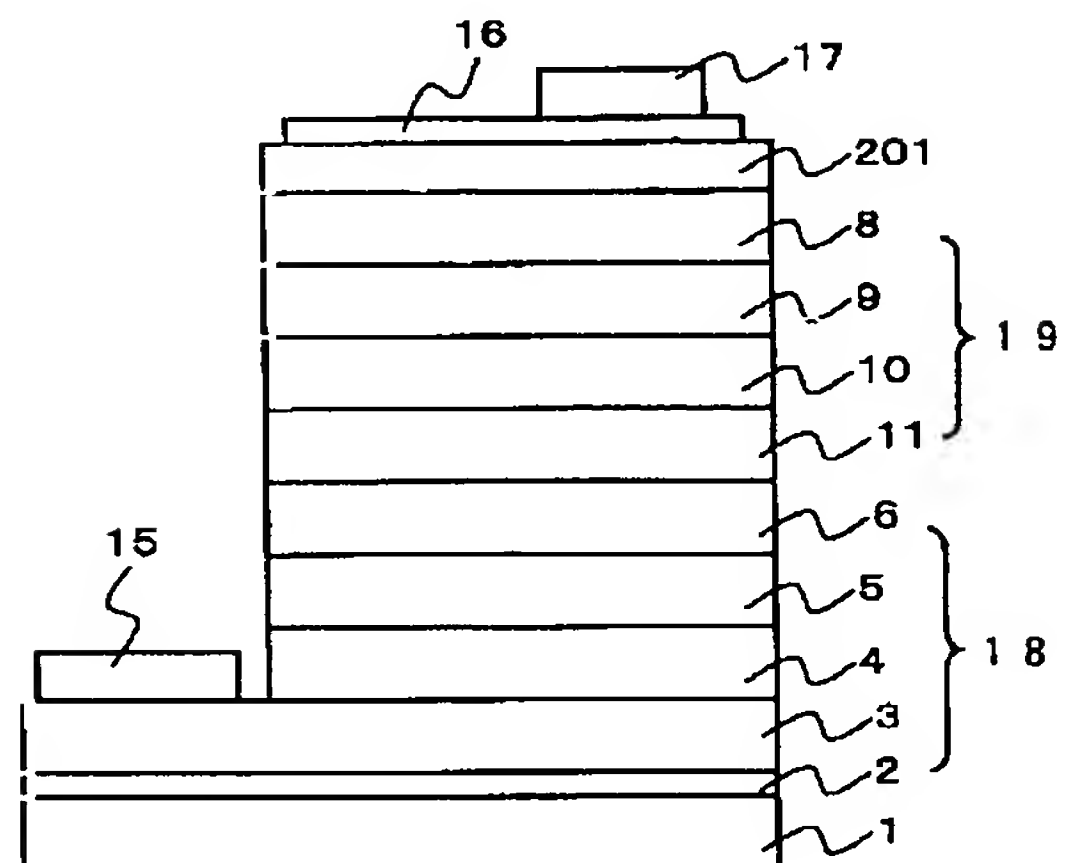
- 1…サファイア基板
- 2…AlN低温バッファ層
- 3…第一のクラッド層
- 4…第一の発光層
- 5…キャリアブロック層
- 6…第二のクラッド層
- 7…第二の半導体発光素子
- 8…第三のクラッド層
- 9…第二の発光層
- 10…第四のクラッド層
- 11…コンタクト層

- 12…薄膜中間電極層
- 15…電極
- 16、116…透明電極
- 17、117…ボンディング電極
- 101…Si基板
- 102…AlInNバッファ層
- 103…GaN基板
- 201…p型GaP基板
- 301…n型GaP基板
- 500…第一の金属膜
- 501…第二の金属膜

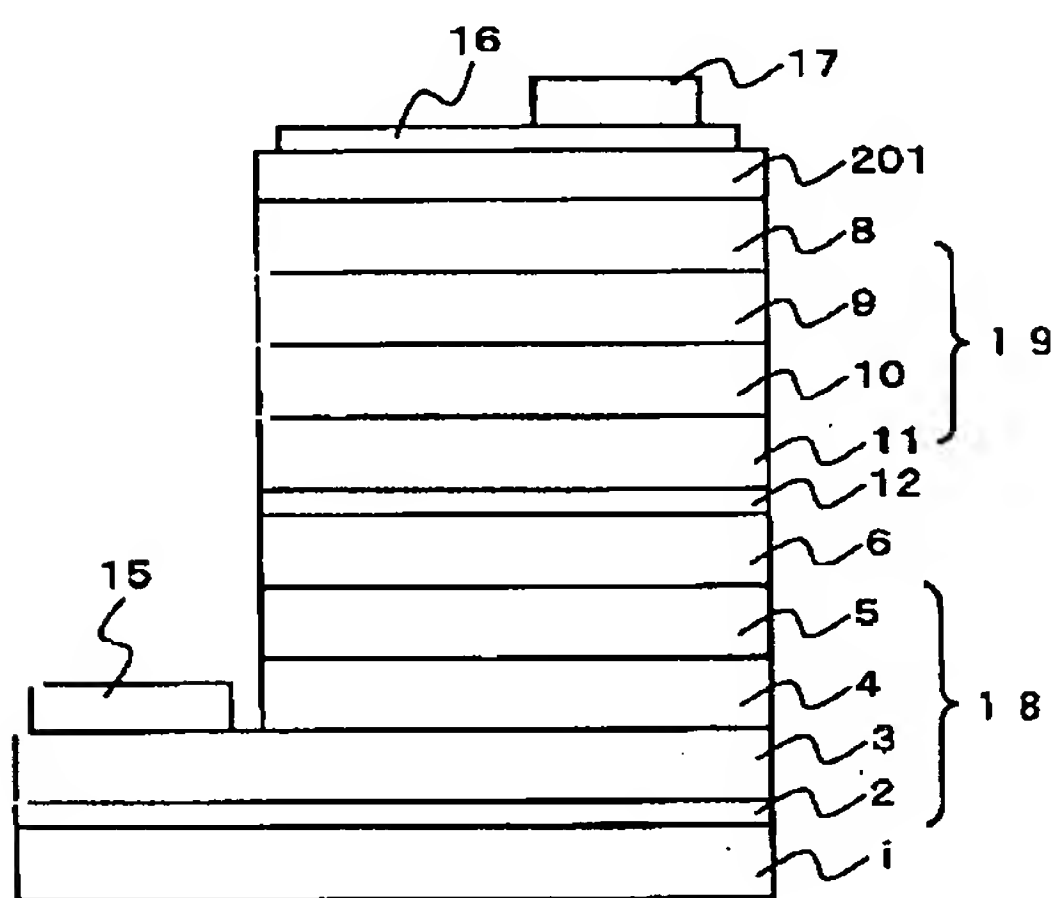
【図1】



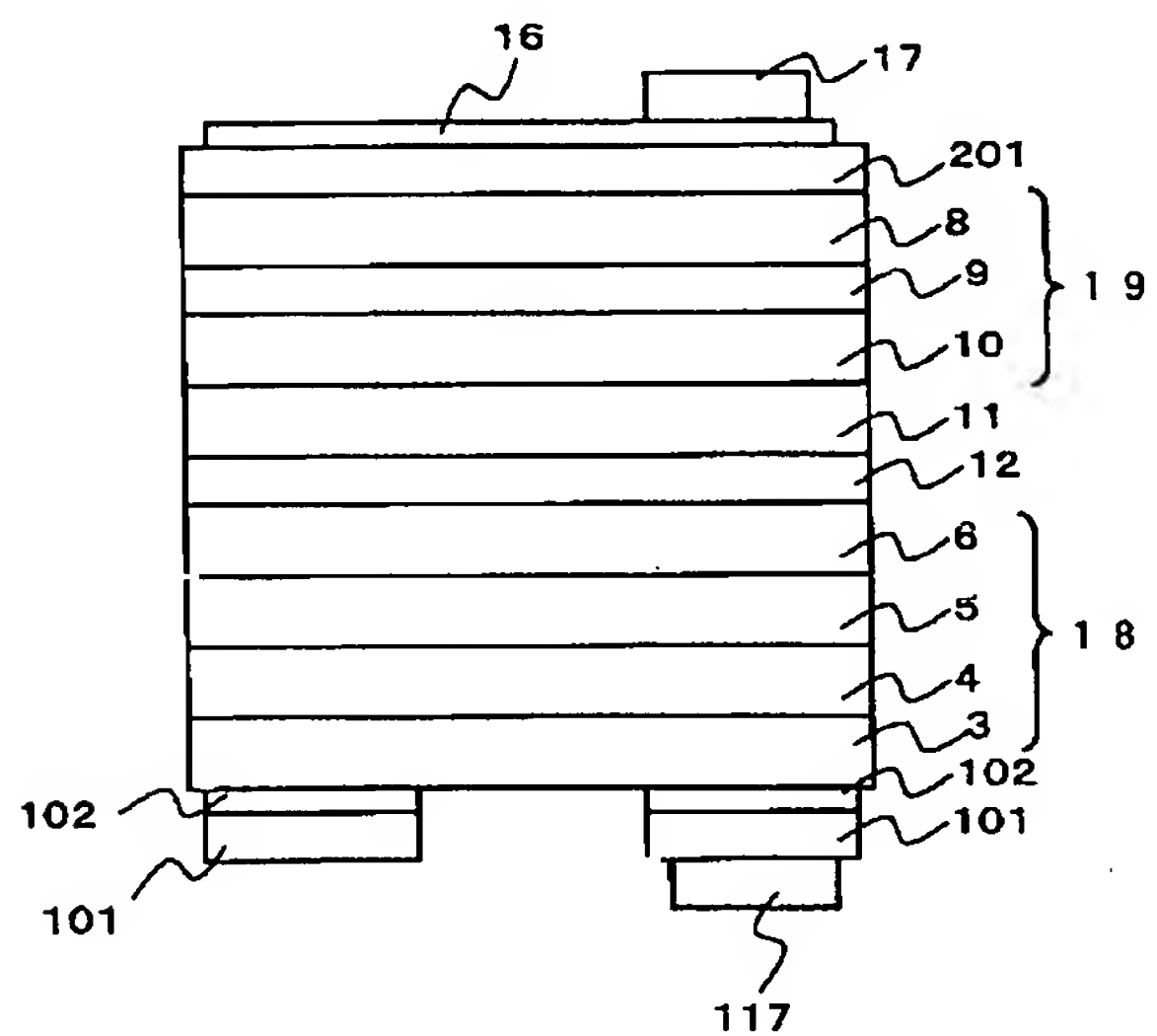
【図2】



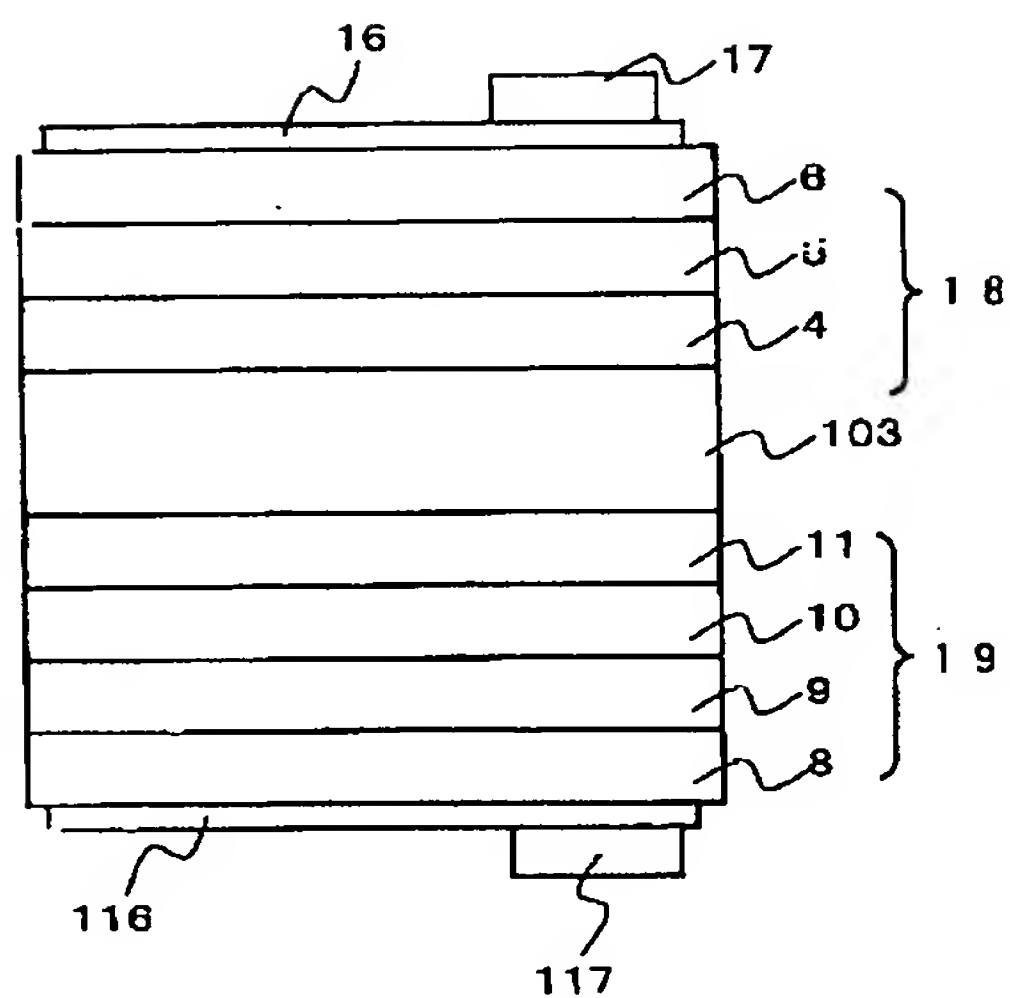
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

